

PATENT APPLICATION

35.C13470

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

TADASHI SAWAYAMA ET AL.

Application No.: 09/294,367

Filed: April 20, 1999

For: PROCESSING APPARATUS,  
EXHAUST PROCESSING  
PROCESS AND PLASMA  
PROCESSING PROCESS

Examiner: Not Yet  
Assigned  
Group Art Unit: 1764

June 15, 1999

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

JUN 18 1999

GROUP 1700

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

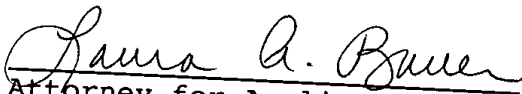
10-108877, filed April 20, 1998;  
11-110239, filed April 19, 1999;  
11-110240, filed April 19, 1999;  
11-110286, filed April 19, 1999;  
11-110285, filed April 19, 1999;

11-110284, filed April 19, 1999;  
11-110283, filed April 19, 1999;  
11-110242, filed April 19, 1999; and  
11-110241, filed April 19, 1999.

Certified copies of the priority documents are enclosed.

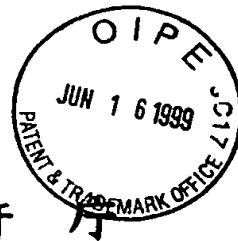
Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

  
Attorney for Applicants

Registration No. 29,767

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200



CFD 1347045/84  
09/094 307

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1998年 4月20日

出 願 番 号  
Application Number:

平成10年特許願第108877号

出 願 人  
Applicant(s):

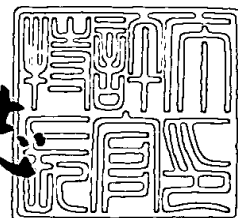
キヤノン株式会社

RECEIVED  
JUN 18 1999  
09/094 307

1999年 5月21日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3031665

【書類名】 特許願

【整理番号】 3453027

【提出日】 平成10年 4月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明の名称】 プラズマCVD装置及びその排気処理方法

【請求項の数】 6

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 澤山 忠志

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 藤岡 靖

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 金井 正博

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100096828

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 渡辺 敬介

    【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

    【識別番号】 100059410

【弁理士】

【氏名又は名称】 豊田 善雄

【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703710

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマCVD装置及びその排気処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマCVD装置による機能性堆積膜形成のための排気処理方法において、機能性堆積膜形成後の未反応ガスとCVD副生成物をトラップに導入し、トラップ内部に設置する高融点金属フィラメントを1400℃以上に加熱して、前記トラップの壁面に膜として堆積させることを特徴とするプラズマCVD装置の排気処理方法。

【請求項2】 上記高融点金属フィラメントの材質が、タングステンまたはモリブデンまたはレニウムの少なくとも一つを主成分とする金属または合金とすることを特徴とする請求項1に記載のプラズマCVD装置の排気処理方法。

【請求項3】 上記高融点金属フィラメントの形状が単一または複数の線形状または螺旋状に巻いた線形状からなることを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマCVD装置の排気処理方法。

【請求項4】 上記機能性堆積膜がシリコン系非晶質の堆積膜であることを特徴とする請求項1～3いずれかに記載のプラズマCVD装置の排気処理方法。

【請求項5】 上記トラップの壁面が二重構造であり、内側の壁面が脱着可能である請求項1～4いずれかに記載のプラズマCVD装置の排気処理方法。

【請求項6】 排気処理手段を備えたプラズマCVD装置であって、該排気処理手段は機能性堆積膜形成後の未反応ガスとCVD副生成物を除去するトラップを持ち、該トラップ内に高融点金属フィラメントを設置し、前記高融点金属が、タングステンまたはモリブデンまたはレニウムの少なくとも一つを主成分とする金属または合金から選択される一種であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子等の製造プロセスにおいて、膜形成に用いるプラズマCVD装置に関し、特に、その排気処理手段に特徴を有するプラズマCVD装置と

その排気処理方法に関する発明である。

【0002】

【従来の技術】

プラズマCVD法は、堆積膜形成チャンバー（堆積室）内に原料ガスを導入すると同時に排気ポンプにより減圧して、直流電力または高周波、マイクロ波電力を印加して原材料ガスをプラズマ様に電離、解離、励起させ、基板上に堆積膜を形成させる方法である。従来、プラズマCVD法においては、平行平板電極を用い、グロー放電或いは高周波を用いたRF放電を使用してきた。また、これら平行平板電極を用いた放電法の他に、熱エネルギーにより化合物ガスを分解して堆積させる方法も利用されてきた。この熱エネルギーを利用する方法では、原料ガスとして $\text{Si}_2\text{H}_6$ 等の比較的分解温度の低いガスを使用し、堆積膜形成チャンバー自体を加熱してガス分解を行う、ホット・ウォール法や、基板を加熱して同様の効果を得る熱CVD法がある。さらに、シリコン結晶の融点以上に加熱したタングステンフィラメントのような金属フィラメントを用いることで薄膜堆積を行うホットワイヤCVD法がある。

【0003】

シリコン系の非晶質薄膜または微結晶薄膜を形成する場合には、原料ガスとして、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{F}_6$ などが使われている。またドーピングガスとしては、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$ 、 $\text{PH}_3$ などが使われている。また、シリコンゲルマニウム系の非晶質薄膜または微結晶薄膜の形成には、前記ガスに加えて、原料ガスとして $\text{GeH}_4$ ガスがよく使われる。チャンバー内の（プラズマ）圧力は直流から高周波までの電力供給の場合に、0.1torr～10torr程度である。マイクロ波電力を供給する場合には、0.001torr～1torr程度である。また、基板温度は200～400℃に加熱する。

【0004】

ここで、図2に示した代表的なプラズマCVD装置を用いた一般的なプラズマCVD法による非晶質シリコン薄膜の作製例を説明する。図中、1は堆積膜形成チャンバー、2は排気ポンプ（ロータリー及びメカニカルブースターポンプ）、3は排気配管、4はバルブ、5はコンダクタンス調整バルブ、6はコンダクタン

ス調整バルブのコントローラ、7はカソード電極、8は高周波電源、9は整合器、10は高周波導入部、11は基板ホルダー、12は基板、13はヒーター、14はヒーターコントローラ、15はヒーター電源、16はガスボンベ、17はガス流量コントローラ、18はガス導入部、19は圧力計、20は放電（プラズマ）領域、21はトラップである。

【0005】

基板ホルダー11に基板12を固定し、チャンバー1の基板出し入れ口（不図示）を閉じて排気ポンプ2により減圧になるように排気する。基板12は基板ホルダー11に固定されたヒーター13によって堆積膜形成条件の温度に加熱する。チャンバー1内の放電領域20には、ガスボンベ16からガス流量コントローラ17を介して流量を制御された複数の堆積膜形成用原料ガス（ $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{H}_2$ 、ドーピングガス）が混合されてガス導入部18を通して供給される。カソード電極7に高周波電源8から高周波（13.56MHz）を印加し、カソード電極7に対向する基板12及び基板ホルダー11をアノード電極として両電極の間の放電領域20に放電を生起させる。放電は整合器9によって調整される。チャンバー1内のガスは排気ポンプ2により、排気配管3を通して排気され、常に新たに供給されるガスと入れ替わっている。放電領域20の圧力は圧力計19によりモニターされる。その圧力信号は、排気配管3に設けられたコンダクタンス調整バルブ5のコントローラ6に送られ、コンダクタンス調整バルブ5の開度を調整して放電領域20内の圧力を一定に制御する。堆積膜形成用原料ガスは放電領域20内のプラズマ中で解離、電離、励起され、基板12上に堆積膜を形成する。

【0006】

上記コンダクタンス調整バルブ5は、原料ガスの流量によらず、所望の圧力に調整するのに有用である。コンダクタンス調整バルブ5は排気配管3の断面積を可変することで排気コンダクタンスを増減するものである。

【0007】

堆積膜形成終了後は、原料ガスの供給を停止し、新たにパージガス（ $\text{He}$ 、 $\text{Ar}$ 等）を導入して、チャンバー1内や排気ポンプ2に残留した原料ガスを十分に



置換する。パージ終了後、チャンバー1が冷えるのを待って大気圧に戻し、基板12を取り出す。

【0008】

また、堆積膜形成チャンバー1から排気ポンプ2に至る排気配管3上に設けられたトラップ21において、温度低下によりCVD副生成物を析出・凝集させて除去している。ここで言うCVD副生成物とは、 $\text{SiH}_4$ 系のガスを使用する場合、放電条件（圧力、ガス流量、電力値）によってプラズマ中で発生し、電極上や基板ホルダー、チャンバー壁、排気配管壁、バルブ表面に、壁面温度によって付着または堆積する粉体のことである。従来、このCVD副生成物の除去には、トラップ21での温度の低下により析出・凝集させて除去する方法が採られている。また、特開平8-218174号公報には、排気配管上にトラップを設け、堆積膜形成チャンバーとトラップ間を加熱することでCVD副生成物の排気配管壁への付着を防止し、トラップにCVD副生成物を析出・凝集させる方法が開示されている。さらに、特開平7-130674号公報には、排気配管上のトラップに対向電極を設け放電により未反応ガスとCVD副生成物を硬質な膜としてトラップ壁面に堆積させる方法が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

プラズマCVD法においては、プラズマ中で発生し、基板以外に付着、堆積するCVD副生成物の堆積膜への混入による膜質への影響、排気配管やバルブに付着することによる装置メンテナンス上の取り扱いが問題となっている。

【0010】

チャンバー内に付着したCVD副生成物は、ガスを吸着したり、チャンバー内で舞い上がり、ダスト、コンタミネーションとして基板上の堆積膜に取り込まれ、堆積膜の諸特性に悪影響を与える場合がある。

【0011】

また、CVD副生成物は、排気ポンプにまで運ばれてロータリーポンプオイルの粘度を著しく大きくしたり、メカニカルブースターポンプのローターに付着してローター同士が接触して動作不良の原因となる場合がある。また、前述の通り

、排気配管壁やバルブに付着したCVD副生成物が成長し、排気配管やバルブの有効断面積が次第に小さくなると、排気コンダクタンスが次第に小さくなり、チャンバーにおける所望の放電圧力（堆積膜形成条件）が得られなくなる場合がある。さらには、コンダクタンス調整バルブの動作不良を起こす場合がある。

【0012】

先に示した図2の装置においては、トラップ21において温度冷却によってCVD副生成物を析出・凝集させていた。このトラップに付着した副生成物の除去方法としては、トラップを排気配管から取り外し直接取り除く方法が知られているが、取り除き作業中に粉体爆発を起こしたり燃焼する場合がある。

【0013】

CVD副生成物の除去方法としてはドライエッチング法も知られている。ドライエッチング法は、堆積膜形成チャンバー内で放電させ、寿命の長いエッチングガスのラジカルによって排気配管中のCVD副生成物をエッチングする方法や、排気配管内で放電を生起させてエッチングする方法がある。しかしながら、エッチングを行うには、チャンバー部材、排気配管材、ポンプの耐蝕性を考慮しなければならない。また、エッチング残渣物や副生成物が堆積膜形成時に与えるコンタミネーションとしての影響を心配しなければならない。

【0014】

また、トラップ内に平行平板電極を設置し、グロー放電や高周波を用いたRF放電を使用して未反応の化合物ガスを分解し、トラップ中に堆積させる方法も利用されてきた。しかしながら、未反応の化合物ガスを分解してトラップの壁面に堆積させる速度が遅いためにCVD副生成物は排気ポンプにまで運ばれてしまうことが問題となっていた。また、トラップ内に平行平板電極を設置するためある程度の空間を必要とし、トラップの設置に自由度がなかった。

【0015】

また、トラップ内部に電熱コイルを設置し、熱により未反応ガスを分解しトラップの壁面に堆積させる方法も利用されてきた。しかし、未反応の化合物ガスを分解しトラップの壁面に堆積させる速度が遅いためにCVD副生成物は、排気ポンプにまで運ばれてしまうことが問題となっていた。用いられる電熱コイルの加

熱温度は通常400℃程度であり導入される原料ガスの種類によっては電熱コイル表面に膜が付着してしまう場合がある。

【0016】

現在プラズマCVD法により半導体薄膜を作成する工業的な利用が進められているが、更なる大面積化、長時間成膜が要求されており、それに伴う排気系でのCVD副生成物の堆積の増大が懸念される。しかし、上記した従来例ではCVD副生成物の除去が不十分となる場合がある。

【0017】

本発明の目的は、小型でメンテナンスが容易で、大面積に長時間の成膜を高速で行う際の未反応ガスやCVD副生成物が増大に対しても十分に効率良く除去できる排気処理手段を設けて、これらの堆積膜への影響の無いプラズマCVD装置とその排気処理方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために、プラズマCVD法による機能性堆積膜形成の排気処理を、次のように構成したものである。

【0019】

プラズマCVD装置による機能性堆積膜形成のための排気処理方法において、機能性堆積膜形成後の未反応ガスとCVD副生成物をトラップに導入し、トラップ内部に設置する高融点金属フィラメントを1400℃以上に加熱して、前記トラップの壁面に膜として堆積させることを特徴とするプラズマCVD装置における排気処理方法である。また本発明は、高融点金属フィラメントの材質がタンゲステンまたはモリブデンまたはレニウムの少なくとも一つを主成分とする金属または合金で形状が単一または複数の線形状、螺旋状に巻いた線形状からなることを特徴としている。

【0020】

本発明は前記機能性堆積膜がシリコン系非晶質薄膜の場合により好適に用いられる。

【0021】

本発明の上記装置においては、前記トラップの膜が堆積する内壁面が容易に取り外せる、または二重構造で容易に取り外せる構成を採ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

高融点金属フィラメントを加熱して熱エネルギーにより未反応ガス、粉体等を熱で分解し堆積させる方法において、その加熱温度を反応ガス中の物質の単体の融点以上に設定することで、CVD副生成物の粉体も含めた分解により大きな堆積速度が得られやすく、効率良く未反応ガスとCVD副生成物を分解し硬質な膜としてトラップ壁面に堆積させることができる。

【0023】

本発明においては、高融点金属フィラメントに電力を供給して加熱する。フィラメントが高融点金属で形成されているため、プラズマCVDによる堆積膜形成工程を数時間から数十時間連続成膜する場合に、シリコンの融点以上にフィラメントを加熱することでフィラメントの表面にシリコンが付着することを防ぎ、かつフィラメントの加熱によりフィラメント自身の材料が蒸発してしまうことがない。具体的には、タングステンまたはモリブデンまたはレニウムの少なくとも一つを主成分とする金属または合金から選択される。

【0024】

本発明において高融点金属フィラメントの加熱温度は、その材質及び未反応ガスの種類と流量にもよるが、フィラメントを長期的に安定して使用するためには、好ましくは融点より100℃以上低い温度で制御することが良い。タングステンを用いたフィラメントの場合はその融点3410℃より低く、シリコンの融点1420℃以上が好ましい。より好適には1600℃以上2200℃以下が望ましい。モリブデンの場合はその融点2610℃より低く、シリコンの融点1420℃以上が好ましい。より好適には1600℃以上2200℃以下が望ましい。レニウムの場合は融点3180℃より低く、シリコンの融点1420℃以上が好ましい。より好適には1600℃以上2200℃以下が望ましい。これはフィラメントの温度の低温側では未反応ガスとCVD副生成物の分解速度が遅く、また高温側では成膜装置の真空シールに影響が出てしまうためである。

## 【0025】

本発明において、高融点金属フィラメントの形状としては、単一または複数の線形状、螺旋状に巻いた線形状が用いられる。用いる形状により設置できる場所の自由度が高く、単一の線形状のフィラメントを用いれば、狭い排気経路中であっても容易にトラップを設置できる。また、未反応ガスとCVD副生成物との接触面積をより多く取りたい時は螺旋状に巻いた線形状を用いるか、複数の線形状を排気の流れの方向に並べるといった方法を用いる。

## 【0026】

従来、原料ガスとして、例えばシラン ( $\text{SiH}_4$ )、ジシラン ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ) 等のアモルファスシリコン形成原料ガスを用いる場合、CVD副生成物が粉体爆発や燃焼を起こす恐れが有り、成膜後の当該副生成物の除去作業は危険であったが、本発明においては、副生成物の粉体を分解して安定な膜として堆積させてしまうため、上記のような危険性がなくなり、安全に除去作業を行うことができる。

## 【0027】

本発明においてトラップ内壁に堆積させた膜の除去は、本来のプラズマCVDによる堆積膜の成膜終了後に、窒素、ヘリウム等の不活性ガスを流して原料ガスをパージしてから大気圧までリークした後、上記トラップの内壁を取り出して、堆積膜を物理的（ホーニング等）、化学的（エッチング等）方法により行う。その際、トラップの壁を二重構造とし、内側のみを脱着可能にしておけば、簡単に取り外しを行うことができる。また、内側の壁面を金属で形成しておけば、堆積膜の除去が容易になり、メンテナンスに要する時間を短縮することができる。このような金属材料としては、ステンレスまたはアルミ、或いはこれらの合金を用いることができる。

## 【0028】

本発明のプラズマCVD装置に用いられる原料ガスとしては、例えばシラン ( $\text{SiH}_4$ )、ジシラン ( $\text{Si}_2\text{H}_6$ ) 等のアモルファスシリコン形成原料ガス、ゲルマン ( $\text{GeH}_4$ ) 等の原料ガス、及びこれらの混合ガスが挙げられる。

## 【0029】

また、上記原料ガスの希釈ガスとしては、 $H_2$ 、Ar、He等が挙げられる。

【0030】

また、ドーピングを目的としてジボラン ( $B_2H_6$ )、フッ化ホウ素 ( $BF_3$ )、ホスフィン ( $PH_3$ )等のドーパントガスを同時に放電空間(成膜空間)に導入しても良い。

【0031】

基板材質としては、例えば、ステンレス、Al、Cr、Mo、Au、In、Nb、Te、V、Ti、Pt、Pd、Fe等の金属、これらの合金または表面を導電処理したポリカーボネート等の合成樹脂、ガラス、セラミック、紙等が本発明において用いられる。

【0032】

本発明の装置において堆積膜形成時の基板の温度は特に限定されないが、 $20^{\circ}C \sim 500^{\circ}C$ が好ましく、より好ましくは $50^{\circ}C \sim 450^{\circ}C$ である。

【0033】

次に、具体的な装置の実施形態を図面を用いて説明する。

【0034】

図1は本発明のプラズマCVD装置の一実施形態の模式図である。図中の1~20は先に説明した図2の装置と同じ部材であり、説明を省略する。また、21は本発明にかかるトラップ、22は高融点金属フィラメント、23はフィラメント電源、24はコントローラである。

【0035】

上記実施形態において堆積膜形成時に生成されるCVD副生成物と未反応ガスの除去は以下のようにして行われる。

【0036】

先に図2の装置について説明した手順と同様にして、堆積膜形成チャンバー1でプラズマCVDにより堆積膜を基板12上に形成する。堆積膜形成チャンバー1でプラズマを生起させる前に、フィラメント電源23からコントローラ24を通じて円弧状の線形状の高融点金属フィラメント22に電力を供給して所望の温度まで加熱しておく。堆積膜形成チャンバー1は排気配管3、排気ポンプ2によ

り所望の圧力まで排気されるので、堆積膜形成チャンバー 1 での未反応ガスと CVD 副生成物は排気経路中に設置してあるトラップ 21 に到達し、高融点金属フィラメント 22 の熱エネルギーにより分解されて、トラップ 21 の内壁に硬質の膜として堆積する。図 3 は高融点金属フィラメントの他の実施形態であり、螺旋状の線形状に形成した例である。また、図 4 はトラップの他の実施形態であり、壁面を二重構造にして、内側を脱着可能に構成した例である。

【0037】

図 1 に本実施形態の装置を用いて堆積膜の成膜を行いながら、未反応ガスと CVD 副生成物を分解し、硬質な膜としてトラップ内壁に堆積させた時の膜厚を表 1 に示す。

【0038】

【表 1】

フィラメント温度 (°C)	1200	1400	1600	1800	2000
堆積速度 ( $\mu\text{m/h}$ )	2.1	6.5	9.7	11.4	12.8
フィラメント電力 (W)	116	142	165	188	220
成膜室圧力 (torr)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
放電電力 (W) RF	150	150	150	150	150
原料ガス (sccm)	SiH <sub>4</sub> : 150 H <sub>2</sub> : 1500	SiH <sub>4</sub> : 150 H <sub>2</sub> : 1500	SiH <sub>4</sub> : 150 H <sub>2</sub> : 1500	SiH <sub>4</sub> : 150 H <sub>2</sub> : 1500	SiH <sub>4</sub> : 150 H <sub>2</sub> : 1500

【0039】

図 5 に本発明の他の実施形態を示す。本実施形態は、複数のチャンバーがガスゲートを介して連なったロール・ツー・ロール方式のプラズマ CVD 法による堆積膜の形成装置に本発明を適用したものである。ロール・ツー・ロール方式とは、長尺の帯状基板を用い、該基板を連続的に繰り出して搬送しながら複数の堆積膜形成チャンバーに供給し、堆積膜を順次積層して巻き取る方式である。

【0040】

図 5 の装置の各部材を説明する。ポビン 34 に巻かれた帯状基板 35 を収納し連続的に繰り出す繰り出しチャンバー 25 と、堆積膜が形成された帯状基板 35

をボビン36に巻き取る巻き取りチャンバー26の間に複数の堆積膜形成チャンバー27～31が直線上に配置されている。隣接するチャンバーはガスゲート32a～32fを介して接続されている。各チャンバー27～31には不図示であるが、放電電力供給機構、原料ガス供給機構が設置されている。ガスゲート32a～32fには、ゲートガスがゲートガス導入手段33a～33fから導入され、隣接する堆積膜形成チャンバー間のガスの相互拡散を防止し、堆積膜形成条件の独立性を維持している。また、各チャンバー25～31は独立した排気機構を有する。排気配管3a～3g上に設けられたコンダクタンス調整バルブ5a～5gは、各堆積膜形成チャンバーの圧力を制御する役割を担う。このコンダクタンス調整バルブ5a～5gを調整することにより、それぞれの堆積膜形成チャンバーの圧力を独立に制御することができる。

## 【0041】

本実施形態においては、チャンバー27～31から排気ポンプ2a～2eに至る排気配管3a～3gの途中にトラップ21a～21eを設けた。トラップの内部には高融点金属フィラメント22a～22eが円弧状に設置されている。高融点金属フィラメント22a～22eにはコントローラ24a～24eを介して電源23a～23eが接続され電力が供給される。

## 【0042】

堆積膜形成の手順を光起電力素子のn i p型非晶質半導体層を形成する場合を例にとって説明する。

## 【0043】

予め裏面反射層を形成してボビンに巻きつけた長尺のステンレス製帯状基板を繰り出しチャンバー25に装着する。該帯状基板35を繰り出しチャンバー24から堆積膜形成用チャンバー27～31やガスゲート32a～32fを通して、巻き取りチャンバー26のボビン36に固定し、テンションをかけて張り渡す。

## 【0044】

次に、各チャンバーに付随する排気手段により $10^{-3}$  torr台まで減圧に排気する。チャンバー27～31を一旦不活性ガス雰囲気にして該チャンバーの放電炉を堆積膜形成条件に加熱する。十分に加熱した後、チャンバー27～31の



堆積膜形成条件の独立性を維持するために、ガスゲート 32a～32f に水素ガスをゲートガスとしてゲートガス導入手段 33a～33f から導入する。堆積膜形成用チャンバー 27～31 には、堆積膜形成用原料ガスをガス供給手段により導入する。

## 【0045】

チャンバー 27～31 内の圧力を一定にコンダクタンス調整バルブ 5a～5e で制御しつつ、RF 電力またはマイクロ波電力を堆積膜形成チャンバー 27～31 内の放電領域に供給し、放電を生起、維持し、堆積膜形成用原料ガスを分解して、連続して移動供給される帯状基板 35 上に堆積膜を形成する。

## 【0046】

連続的に一定速度で繰り出しチャンバー 25 から供給される帯状基板 35 上には、堆積膜形成チャンバー 27～31 を移動しつつ順次異なった堆積膜、n 型半導体層、i 型半導体（バッファ）層、i 型半導体層、i 型半導体（バッファ）層、p 型半導体層が積層されて形成され、最終的に巻き取りチャンバー 26 のボビン 36 に巻き取られる。帯状基板 35 への堆積膜の形成が終了したら、チャンバー 25～31 及び排気配管 3a～3g、排気ポンプ 2a～2g に不活性ガスを流し、残留する原料ガスを十分にパージした上でチャンバー 25～31 を大気圧に戻す。巻き取りチャンバー 26 から取り出した帯状基板 35 は、さらに上部電極及びモジュール化を経て光起電力素子となる。

## 【0047】

堆積膜形成時の未反応ガス及び CVD 副生成物の除去は、各チャンバー 27～31 に取り付けしたトラップ 21a～21e で行われる。手順は図 1 の装置と同様で、堆積膜形成チャンバー 27～31 内の放電領域において放電を生起する前に、トラップ 21a～21e 内部の高融点金属フィラメント 22a～22e に電力を供給し、加熱しておく。堆積膜形成チャンバー 27～31 は排気配管 3a～3e、排気ポンプ 2a～2e により所望の圧力まで排気されるので、堆積膜形成チャンバー 25～31 での未反応ガスと CVD 副生成物は排気経路中に設置してあるトラップ 21a～21e に到達し、高融点金属フィラメント 22a～22e の熱エネルギーにより分解され、トラップ 21a～21e の内壁に硬質の膜として

堆積する。

【0048】

図6に本発明のさらに他の実施形態を示す。図6の装置は高周波プラズマCVD装置の模式的断面図である。

【0049】

本実施形態は、先に説明した図5の実施形態において、トラップを各堆積膜形成チャンバー内の堆積膜形成室と排気管との間に設置したものである。

【0050】

図6の装置において、堆積膜形成用チャンバー27内には堆積膜形成室37が設けられ、電氣的に接地された帯状基板35とカソード電極7との間に不図示の高周波電源から高周波電力を投入することにより、堆積膜形成室37内にプラズマを形成し、帯状基板35の下面（表面）に堆積膜を形成する。堆積膜形成室37には、不図示の原料ガス供給系に接続された原料ガス導入部18及び不図示の排気装置に接続された排気配管3が設けられ、帯状基板35の移動方向と平行なガスの流れを形成する。

【0051】

原料ガスの流入経路には、ブロックヒーター38が設けられ、プラズマ分解前の原料ガスの予熱と堆積膜形成室37の加熱を行い、吹き出し付近での原料ガスの分解促進と堆積膜形成室37の内壁へのCVD副生成物の付着量の低減を図る。排気ガスの排出経路には、堆積膜形成室外部排気口39が設けられ、堆積膜形成室37の外部のガス（ガスゲートから流入したゲートガス、堆積膜形成チャンバー27内壁からの放出ガス等）が堆積膜形成室37を通ることなく排気配管3へ排出されるようにし、堆積膜への不純物の混入を防止している。

【0052】

また、堆積膜形成室37の上部の、帯状基板35の入口、出口及び幅方向両端部には、プラズマ漏れガード48が配設され、堆積膜形成チャンバー27内のプラズマの外部への漏洩を阻止している。

【0053】

堆積膜形成チャンバー27内の帯状基板35の上面（裏面）側には、堆積膜形

成用チャンバー 27 の開閉可能な蓋 40 に固定されたランプヒーター 41、42 が配設され、帯状基板の裏面に面接触した熱電対 43、44 により温度をモニターしながら帯状基板 35 を裏面から所定の温度に加熱する。帯状基板 35 の温度はガスゲート 32 を通過する際に低下しているが、堆積膜形成室 37 の前に設けたランプヒーター 41 により堆積膜形成室 37 に帯状基板 35 が達するまでに成膜に適した所定の温度にまで加熱され、堆積膜形成室 37 の上に設けたランプヒーター 42 により堆積膜形成中に一定温度になるように温度維持がなされる。また、ランプヒーター 41、42 には二重構造のリフレクター 45 が配設され、ランプからの放射光を帯状基板 35 に集めて加熱効率を高めると共に堆積膜形成チャンバー 27 の蓋 40 が加熱されることを防止している。

## 【0054】

堆積膜形成チャンバー 27 内の入口と出口近傍には、帯状基板 35 の裏面と回転支持する支持ローラー 46 が取り付けられ、堆積膜形成チャンバー 27 内で帯状基板 35 が直線的に張られ、カソード電極 7 との距離が一定に保たれるよう裏面から支持している。尚、支持ローラー 46 の内部にはキュリー点が高く、プラズマに影響を及ぼさない程度の磁力を発生する不図示の永久磁石が配設され、フェライト系ステンレス等の磁性体からなる帯状基板を用いた場合に、支持ローラー 46 と帯状基板 35 を密着させるようにしている。

## 【0055】

本実施形態においては、堆積膜形成室 37 と排気配管 3 との間にトラップ 21 が設けられている。トラップ 21 の内部には高融点金属フィラメント 22 が直線上に設置され、不図示のコントローラを介して不図示の電源に接続され、電力が供給される。また、トラップ 21 の内壁面は二重構造とし、金属板 47 が取り付けられている。

## 【0056】

## 【実施例】

## 〔実施例 1〕

図 1 に示した装置を用いて、非晶質シリコン膜を 30 cm 角のガラス基板上に 1 μm 厚に形成した。高融点金属フィラメントはタングステンで形成し、180

0℃に加熱して用いた。原料ガスとして $\text{SiH}_4$ と $\text{H}_2$ を使用した。圧力は1 torrとし、RFにより放電を生起した。1回の堆積膜形成時間は1時間で、このサイクルを100回繰り返したが、堆積膜形成時の圧力調整に問題はなく、コンダクタンス調整バルブの動作不良は発生しなかった。排気ポンプにも問題は発生しなかった。

【0057】

比較のために上記と同様の工程を高融点金属フィラメントに電力供給せずに行った。その結果、25サイクル目でコンダクタンス調整バルブが動作不能となり、またトラップには大量のCVD副生成物が粉体として堆積していた。

【0058】

〔実施例2〕

図1の装置を用いて非晶質シリコン半導体膜を形成したが、タングステンフィラメントの加熱温度を1000℃から3500℃の範囲で選択し堆積膜形成を行うこと以外は実施例1と同様に行った。結果を表2に示す。ここで、表中◎○△×の記号は以下の測定結果を意味する。

【0059】

◎…100回試行でフィラメントへの膜付着が無く、コンダクタンス調整バルブの動作不良も無く、トラップ内壁の膜堆積速度が $10\mu\text{m}/\text{h}$ 以上。

○…100回試行でトラップ内壁の膜堆積速度が $6\mu\text{m}/\text{h}$ 以上 $10\mu\text{m}/\text{h}$ 以下か、膜堆積速度が $10\mu\text{m}/\text{h}$ 以上だがトラップ周辺の真空シール部の冷却を必要とした。

△…100回試行でトラップ内壁の膜堆積速度が $6\mu\text{m}/\text{h}$ 以下でフィラメントへの膜付着がある。

×…100回試行中にコンダクタンス調整バルブの清掃を必要としたか、フィラメントが融けた。

【0060】

表2より明らかなように、タングステンフィラメントの温度がトラップでの膜堆積に大きな影響を与えており、特に1400℃以上でタングステンの融点3410℃以下で効果があることが確認された。次にフィラメントの材質をモリブデ

ン、レニウムに替えて行った結果、同様の結果が得られた。

【0061】

【表2】

タングステンフィラメントの加熱温度による試行結果

フィラメント温度	結果
1000	×
1300	△
1400	○
2000	◎
3400	○
3500	×

【0062】

【実施例3】

図5の装置を用い、高融点金属フィラメントをタングステンで形成し、加熱温度を1800℃として、裏面反射層を形成した1ロール500mのステンレス製の帯状基板に10時間かけてn i p型半導体層を堆積させる工程を1サイクルとし、100サイクルに渡り繰り返し堆積を行ったが、各堆積膜形成チャンバーの堆積膜形成条件（放電条件）は毎回再現性良く、上記基板を用いて作製した光起電力素子の諸特性（光電変換効率、フィルファクター等）も良好で再現性も従来以上であった。また、排気配管やコンダクタンス調整バルブに付着しているCVD副生成物の総量が従来より少ないために、チャンバーの大気圧力から減圧への排気操作時に排気配管内からポンプに飛散して到達するCVD副生成物の総量が減少するために、ポンプのオイル交換及びオーバーホールが必要になるまでの期間を大幅に延ばす（オイル交換やオーバーホールの頻度を減らす）ことができた。

【0063】

【実施例4】

図6の装置を用い、高融点金属フィラメントをタングステンで形成し、加熱温

度を1800℃として、裏面反射層を形成した1ロール500mのステンレス製の帯状基板に10時間かけてn i p型半導体層を堆積させる工程を1サイクルとし、100サイクルに渡り繰り返し堆積を行ったが、各堆積膜形成チャンバーの堆積膜形成条件（放電条件）は毎回再現性良く、上記基板を用いて作製した光起電力素子の諸特性（光電変換効率、フィルファクター等）も良好で再現性も従来以上であった。また、排気配管やコンダクタンス調整バルブに付着しているCVD副生成物の総量が従来より少ないために、チャンバーの大気圧力から減圧への排気操作時に排気配管内からポンプに飛散して到達するCVD副生成物の総量が減少するために、ポンプのオイル交換及びオーバーホールが必要になるまでの期間を大幅に延ばす（オイル交換やオーバーホールの頻度を減らす）ことができた。

## 【0064】

また、堆積膜形成室から排気配管に至る排気経路でのCVD副生成物の粉体の堆積は見られず、金属板47に硬質の膜が堆積していた。金属板47の取り替えは堆積膜形成後のメンテナンスとして実施した。膜の堆積した金属板47は脱着が簡単な取り付けとしたため、メンテナンスは短時間で済み成膜タクトタイムの増大とはなり得なかった。

## 【0065】

## 【発明の効果】

本発明によれば、排気配管及びコンダクタンス調整バルブにCVD副生成物である粉体が付着するのを防ぎ、排気コンダクタンスの低下や、コンダクタンス調整バルブの動作不良を改善することができる。

## 【0066】

また、上記副生成物が熱分解されて硬質の膜となって堆積するため、粉体が本来の堆積膜に入り込んで膜質を低下させる恐れがなく、最適のCVD条件をチャンバー内に作り出して、高品位な薄膜、特に非晶質及び微結晶半導体薄膜を形成することができる。よって、光起電力素子の構成部材として高品位なシリコン系非晶質薄膜を再現性良く形成することができる。

## 【0067】

さらに、本発明の装置は、排気ポンプに流れ込むCVD副生成物の量を大幅に減らすことができ、排気ポンプのメンテナンスサイクルを大幅に引き伸ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のプラズマCVD装置の一実施形態の模式的断面図である。

【図2】

従来の高周波プラズマCVD装置の一例の模式的断面図である。

【図3】

本発明にかかる高融点金属フィラメントの一実施形態を示す図である。

【図4】

本発明にかかるトラップの一実施形態の二重構造を示す図である。

【図5】

本発明のプラズマCVD装置の他の実施形態の模式的断面図である。

【図6】

本発明のプラズマCVD装置の他の実施形態の模式的断面図である。

【符号の説明】

- 1 堆積膜形成チャンバー
- 2, 2a~2g 排気ポンプ
- 3, 3a~3g 排気配管
- 4, 4a~4g バルブ
- 5, 5a~5g コンダクタンス調整バルブ
- 6 コントローラ
- 7 カソード電極
- 8 高周波電源
- 9 整合器
- 10 高周波導入部
- 11 基板ホルダー
- 12 基板

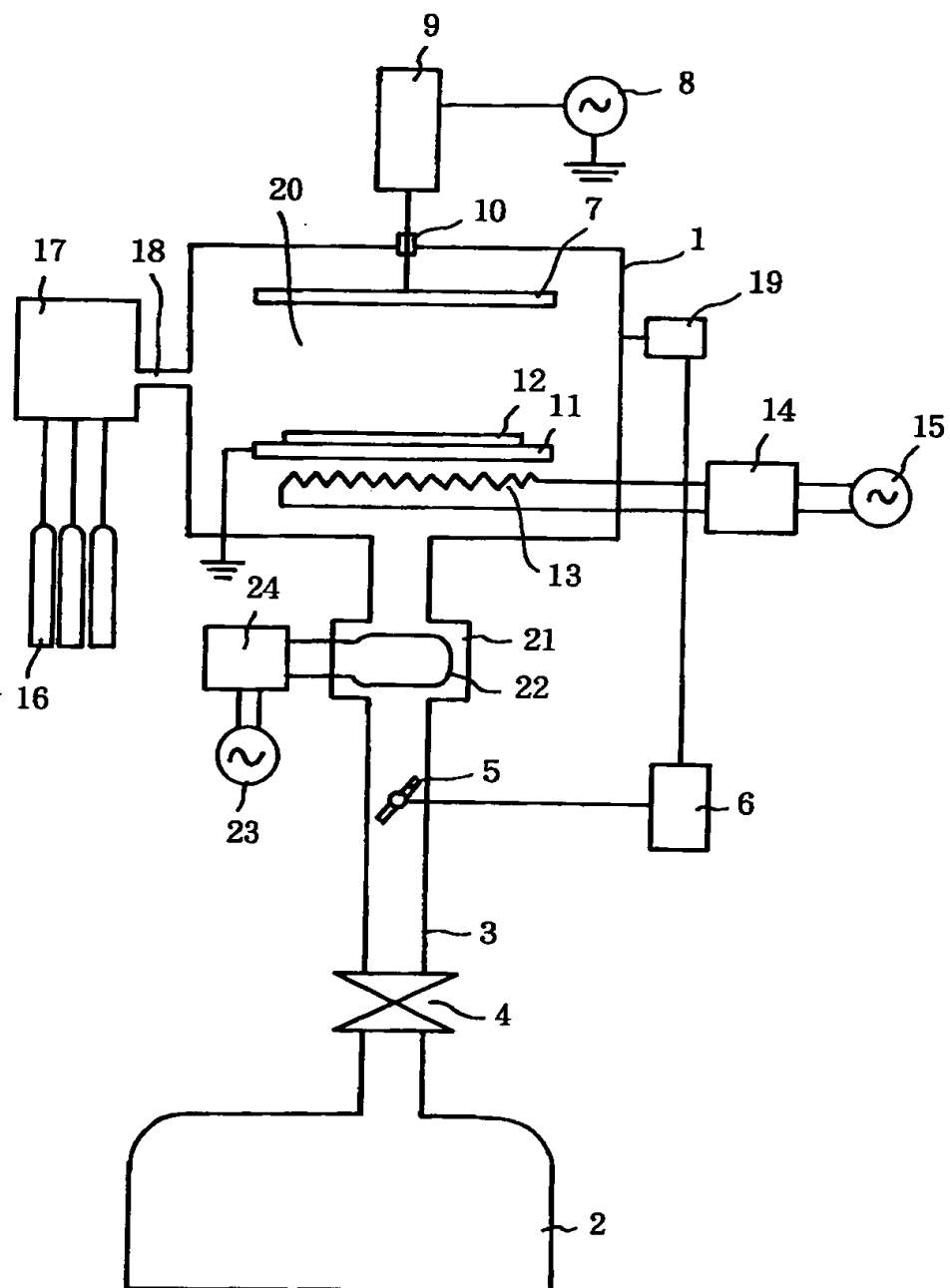
- 13 ヒーター
- 14 ヒーターコントローラ
- 15 ヒーター電源
- 16 ガスポンペ
- 17 ガス流量コントローラ
- 18 ガス導入部
- 19 圧力計
- 20 放電（プラズマ）領域
- 21, 21a~21e トラップ
- 22, 22a~22e 高融点金属フィラメント
- 23, 23a~23e フィラメント電源
- 24 コントローラ
- 25 繰り出しチャンバー
- 26 巻き取りチャンバー
- 27~31 堆積膜形成チャンバー
- 32a~32f ガスゲート
- 33a~33f ゲートガス導入手段
- 34, 36 ボビン
- 35 帯状基板
- 37 堆積膜形成室
- 38 ブロックヒーター
- 39 堆積膜形成室外部排気口
- 40 蓋
- 41, 42 ランプヒーター
- 43, 44 熱電対
- 45 リフレクター
- 46 支持ローラー
- 47 金属板
- 48 プラズマ漏れガード



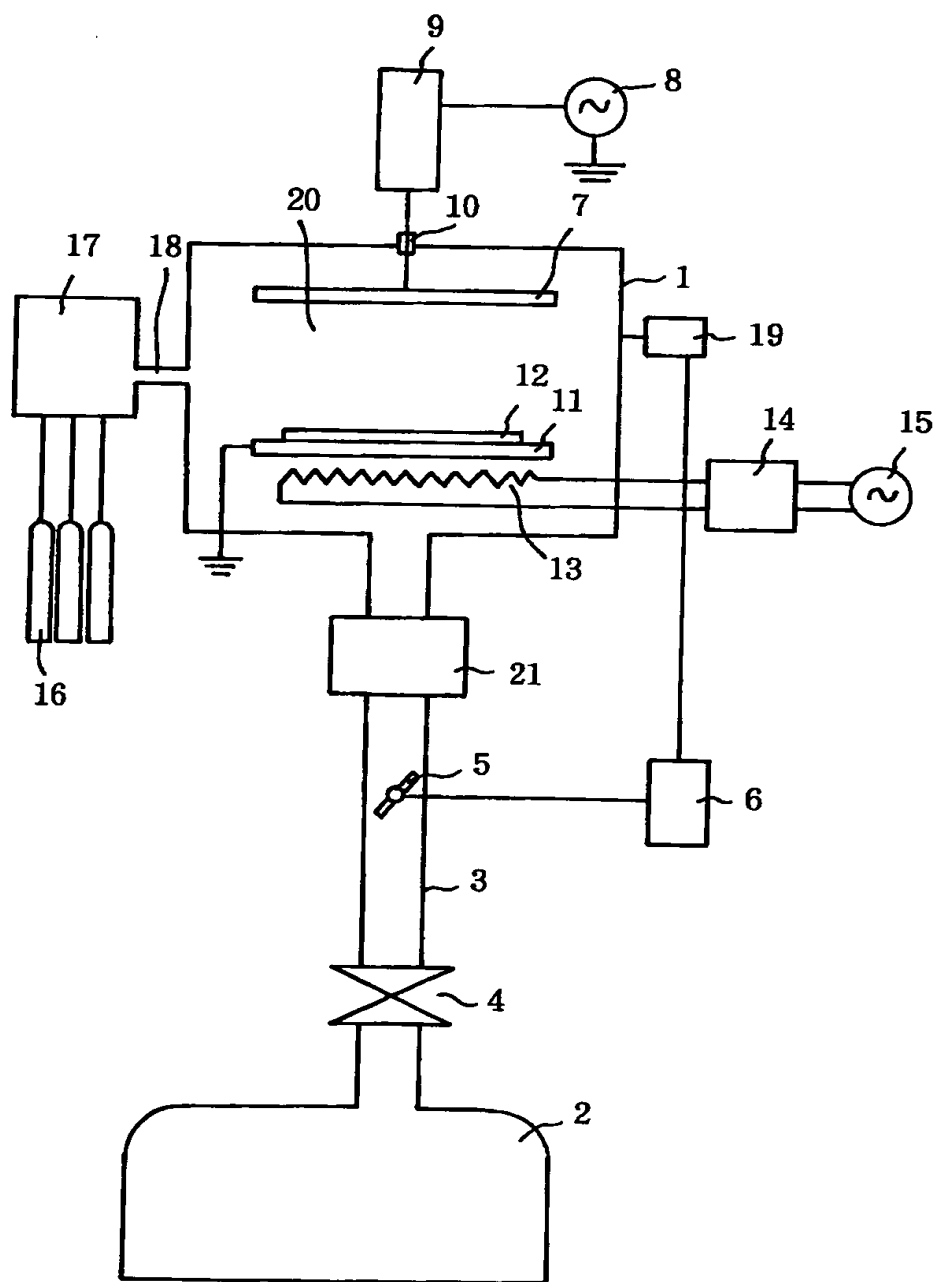
【書類名】

図面

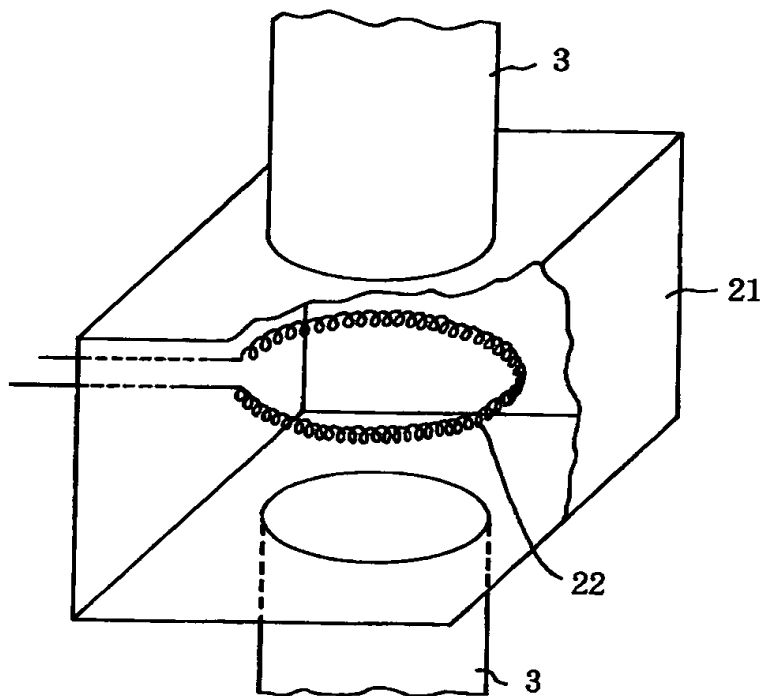
【図 1】



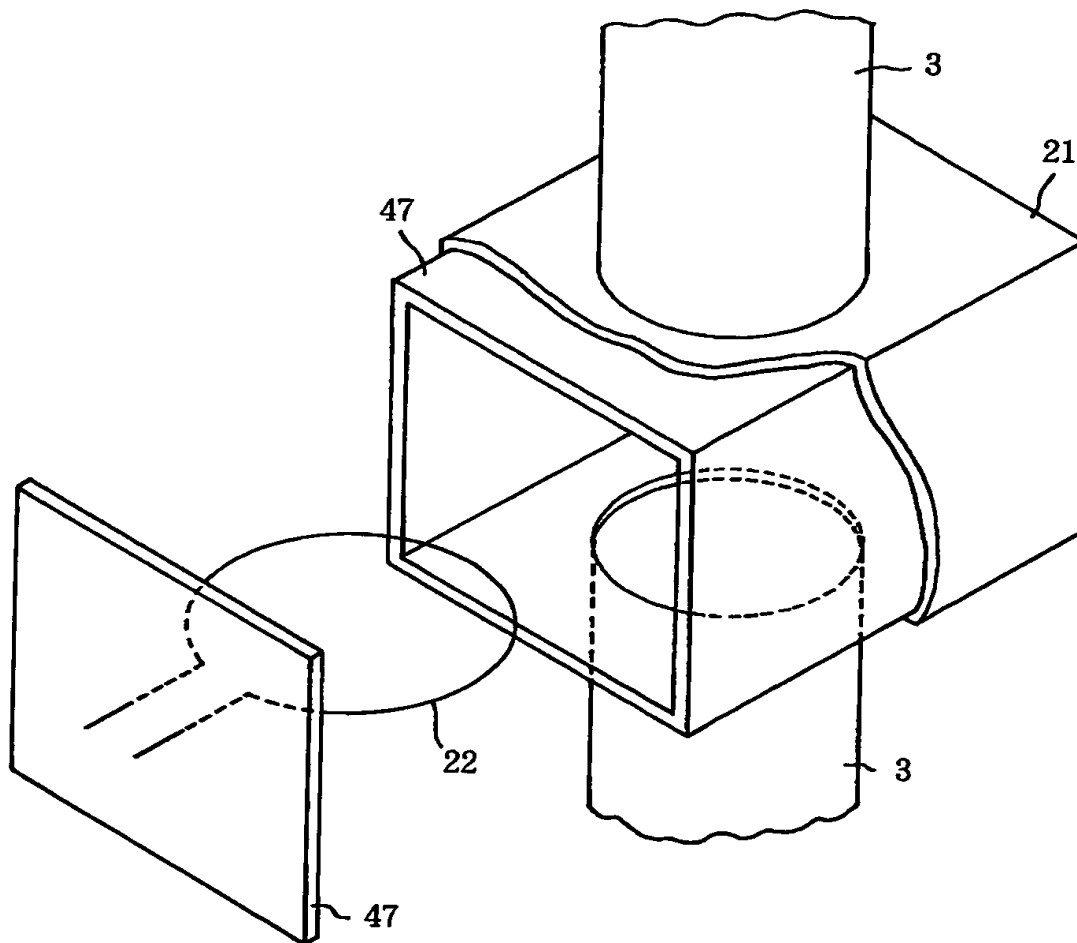
【図 2】



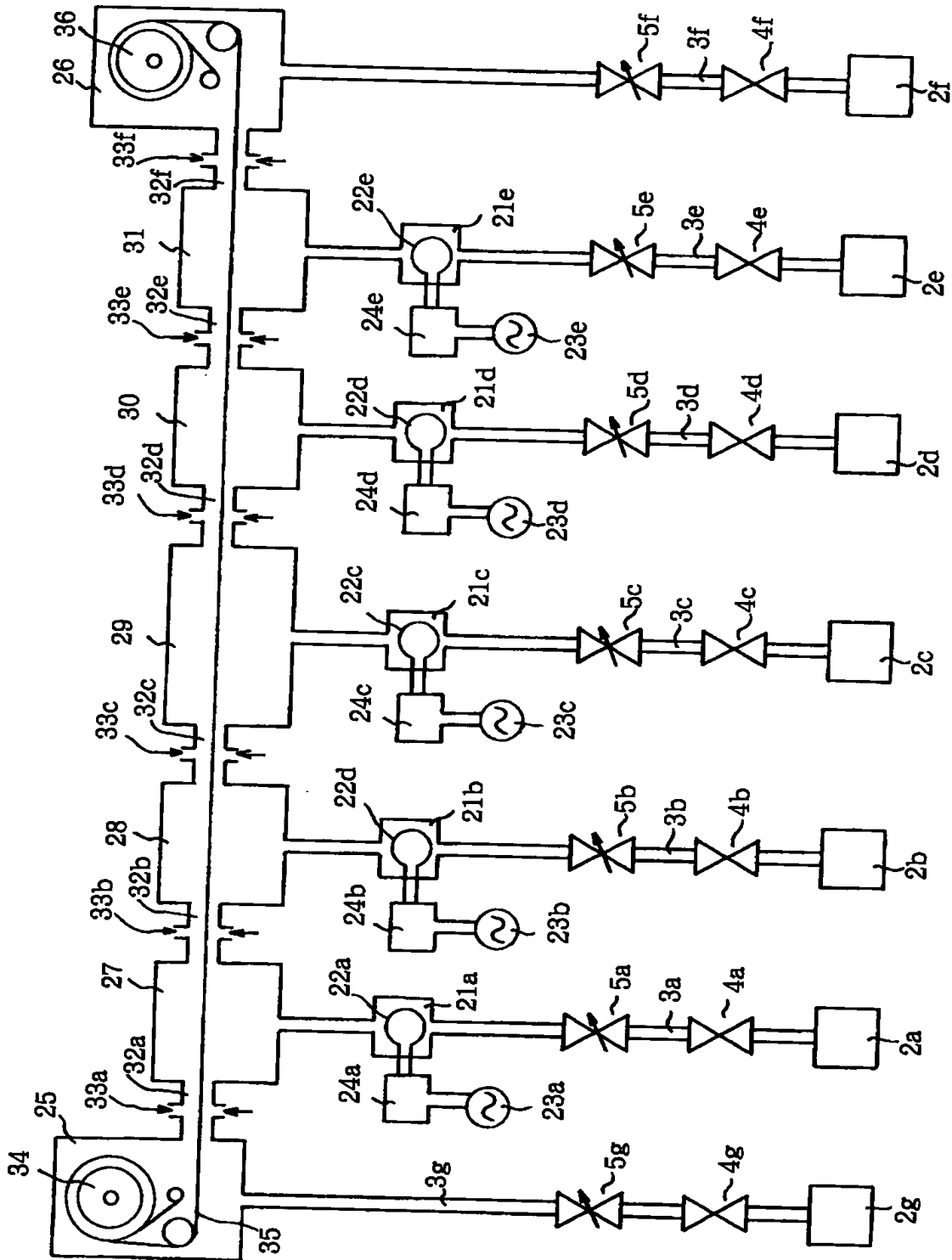
【図3】



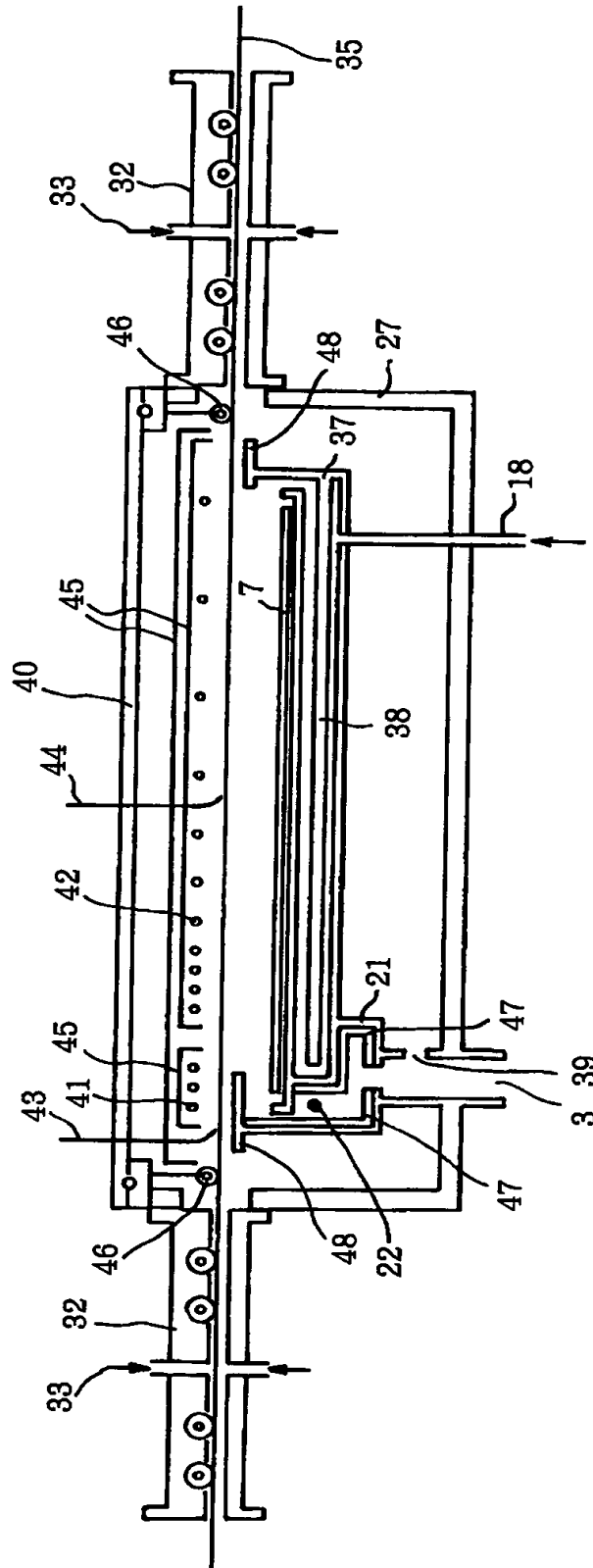
【図4】



【図5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマCVD装置において、未反応ガスやCVD副生成物を効率良く除去し、これらの堆積膜への影響を防止する。

【解決手段】 堆積膜形成チャンバー1から排気ポンプ2に至る排気配管3の途中に、トラップ21を設け、該トラップ21内において高融点金属フィラメント22を加熱することにより、上記チャンバー1より排気された未反応ガスやCVD副生成物を熱分解し、トラップ21の内壁に硬質な膜として堆積させる。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100096828

【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町1丁目4番1号 三信ビル2  
27号室 豊田・渡辺内外特許事務所

【氏名又は名称】 渡辺 敬介

【選任した代理人】

【識別番号】 100059410

【住所又は居所】 東京都千代田区有楽町1丁目4番1号 三信ビル2  
27号室 豊田・渡辺内外特許事務所

【氏名又は名称】 豊田 善雄





特平10-108877

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社